

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Hong Goo CHOI et al. **Mail Stop PCT**  
Appl. No: : Not Yet Assigned (National Phase of PCT/KR2003/001658)  
I. A. Filed : August 18, 2003  
For : PHOTODETECTOR USING MOSFET WITH QUANTUM CHANNEL AND  
MANUFACTURING METHOD THEREOF


**CLAIM OF PRIORITY**

Commissioner for Patents  
U.S. Patent and Trademark Office  
Customer Service Window, Mail Stop PCT  
Randolph Building  
401 Dulany Street  
Alexandria, VA 22314

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 and 365 based upon Korean Application No. 10-2002-0065314, filed October 24, 2002. The International Bureau already should have sent a certified copy of the Korean application to the United States designated office. If the certified copy has not arrived, please contact the undersigned.

Respectfully submitted,  
Hong Goo CHOI et al.

  
Bruce H. Bernstein Leslie J. Paperner  
Reg. No. 29,027 Reg. No. 33,329

April 6, 2005  
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.  
1950 Roland Clarke Place  
Reston, VA 20191  
(703) 716-1191

**BEST AVAILABLE COPY**

REC'D 03 SEP 2003

WIPO PCT

PCT/KR 03/01658

20/KR 18.08.2003

10/530146



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0065314

Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 10월 24일

Date of Application OCT 24, 2002

출원인 : 전자부품연구원

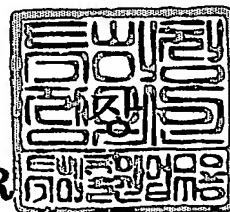
Applicant(s) KOREA ELECTRONICS TECHNOLOGY INSTITUTE



2003 년 08 월 18 일

특 허 청

COMMISSIONER



PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002. 10. 24
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	양자채널이 형성된 모스펫을 이용한 포토디텍터 및 그 제조방법
【발명의 영문명칭】	Photodetector using MOSFET with quantum channel and its manufacturing method
【출원인】	
【명칭】	전자부품연구원
【출원인코드】	3-1999-019384-7
【대리인】	
【성명】	서천석
【대리인코드】	9-2002-000233-5
【포괄위임등록번호】	2002-047724-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최홍구
【성명의 영문표기】	CHOI, Hong Goo
【주민등록번호】	720106-1120016
【우편번호】	463-070
【주소】	경기도 성남시 분당구 야탑동 매화공무원아파트 106-201
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김 훈
【성명의 영문표기】	KIM, Hoon
【주민등록번호】	650327-1850512
【우편번호】	135-970
【주소】	서울특별시 강남구 대치2동 은마아파트 31동 602호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 서천석 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】	15	면	29,000	원
【가산출원료】	0	면	0	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	16	항	621,000	원
【합계】			650,000	원
【감면사유】			정부출연연구기관	
【감면후 수수료】			325,000	원

## 【요약서】

## 【요약】

본 발명은 양자채널이 형성된 MOSFET(Metal-oxide-semiconductor field effect transistor, 이하 MOSFET)을 이용한 포토디텍터 및 그 제조방법에 관한 것이다.

본 발명의 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터는 활성화된 SOI(Silicon On Insulator, 이하 SOI) 웨이퍼(1)부; 상기 활성화된 SOI 웨이퍼부 중앙에 형성된 양자채널(2); 상기의 양자채널을 감싸고 있는 게이트 산화막(3); 상기 양자채널에서의 캐리어의 흐름을 제어하기 위해 연결된 게이트(4); 상기 채널 영역의 양끝에 형성된 소오스(5)와 드레인(6); 및 상기 게이트와 소오스 및 드레인부와 연결된 금속층(7)을 포함하여 이루어진 포토디텍터로서, 빛에 의한 전자의 이동이 양자 채널을 통하여 이루어지도록 SOI 웨이퍼(1) 상에 Si 활성화영역이 형성되는 단계; 상기 활성화영역에 양자채널(2)이 형성되는 단계; 상기 양자채널이 형성된 SOI 웨이퍼에 게이트 산화막(3)이 형성되는 단계; 상기의 게이트 산화막 위에 리소그래피를 이용하여 게이트(4)가 형성되는 단계; 상기 양자채널 양끝에 소오스(5)와 드레인(6)이 형성되는 단계; 및 상기의 게이트와 소오스 및 드레인에 접합부가 형성되어 금속층(7)을 형성하는 단계를 포함하여 제조됨에 기술적 특징이 있다.

따라서, 본 발명의 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터는 초기 암전류가 높고 감도가 떨어져서 포토디텍터로는 거의 상용화되지 못하고 있는 SOI MOSFET 구조를 기본으로 하고는 있지만, 이 SOI MOSFET에 양자채널을 형성함으로써 기존의 SOI MOSFET 소자에 비하여 우수한 광전류 특성을 얻을 수가 있다. 따라서 본 발명에 의한 양자채널이 형성된 MOSFET을 이

용한 포토디텍터는 집적화가 용이하고 속도가 빠른 MOSFET의 장점을 그대로 살리면서도 포토디텍터로 이용될 수 있다는 장점이 있다.

【대표도】

도 1

【색인어】

SOI, MOSFET, 포토디텍터, 양자채널

**【명세서】****【발명의 명칭】**

양자채널이 형성된 모스펫을 이용한 포토디텍터 및 그 제조방법 {Photodetector using MOSFET with quantum channel and its manufacturing method}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명에 의한 SOI MOSFET 포토디텍터의 단면도이다.

도 2는 본 발명에 의한 SOI MOSFET 포토디텍터의 평면도이다.

도 3의 (가)와 (나)는 MOSFET의 광전류 응답특성을 나타낸 것으로서,

(가)는 양자채널이 형성되지 않은 SOI MOSFET의 드레인 전압에 따른 광전류 특성을 나타낸 것이고,

(나)는 양자채널이 형성 되었을 때의 SOI MOSFET의 드레인 전압에 따른 광전류 특성을 나타낸 것이다.

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<6> 본 발명은 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 자세하게는 SOI MOSFET 구조를 기본으로 하되, 양자채널을 형성하여 기존의 SOI

MOSFET 소자에 비하여 우수한 광전류 특성을 얻음으로써 MOSFET 소자의 장점을 그대로 지닌 포토디텍터와 그 제조방법을 제공하는 것이다.

<7> 포토디텍터로서 사용되고 있는 소자는 여러가지가 있지만, 그 중에서 가장 감도가 좋은 것은 포토멀티플라이어(photomultiplier)로서, 진공튜브 내에서 빛에 민감한 광음극(photo-cathode)과 전자 멀티플라이어 구조를 가진 소자이다. 그러나 이들은 비교적 값이 비싸고 고전압을 필요로 하기 때문에 다목적용으로 사용될 수는 없다는 단점을 가진다. 이 외에 현재 포토디텍터 소자로 가장 많이 사용되고 있는 것은 포토다이오드, 포토트랜지스터 또는 전하결합소자(CCD : charge coupled device)와 같은 반도체 소자이다. 이 중에서도 특히 포토다이오드가 가장 많이 사용되고 있는데, 보다 효율적인 광전류 특성을 얻기 위한 연구가 활발하게 이루어져 오고 있다. 그러나 이들 반도체 소자들을 이용한 디텍터는 캐리어가 이동할 때 열 에너지가 생성되어 배경 노이즈가 높다는 단점이 있다.

<8> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 MOSFET(Metal-oxide-semiconductor field effect transistor, 이하 MOSFET)을 이용한 포토디텍터에 대한 접근이 이루어지고 있는데, 미국 특허 제6,043,508호에는 평판 게이트를 이용한 MOSFET 포토디텍터에 대해 개시하고 있다. MOSFET 소자는 가격이 싸고 감도가 좋으며 집적화가 용이하다는 특성이 있어, 부품의 소형화, 절전화에 따라 포토디텍터로 이용될 경우 매우 유용한 소자로 이용될 수 있다.

<9> 그러나, 포토디텍터로서의 MOSFET은 일반적으로 빛으로 생성되는 전자-정공 쌍과 상온에서 자연적으로 생성되는 전자-정공 쌍 간을 구분할 방법이 없어서 감도가 떨어지고 초기 암전류가 높은 단점을 지니고 있으며, 이에 대한 체계적인 연구가 이루어지지 않고 있다.



### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <10> 따라서, 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 제반 단점과 문제점을 해결하기 위한 것으로, 기존의 SOI MOSFET 구조를 기본으로 하는 하되, 양자채널을 형성함으로써 기존의 SOI MOSFET에 비하여 우수한 광전류 특성을 얻을 수 있도록 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터 및 그 제조방법을 제공함에 본 발명의 목적이 있다.

### 【발명의 구성 및 작용】

- <11> 본 발명의 상기 목적은 양자채널이 형성된 MOSFET(Metal-oxide-semiconductor field effect transistor, 이하 MOSFET)을 이용한 포토디텍터 및 그 제조방법에 의해 달성된다.
- <12> 본 발명의 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터는 SOI(Silicon On Insulator, 이하 SOI) MOSFET을 기본 구조로 한다. 활성화된 SOI 웨이퍼부(1)에 형성된 양자채널(2); 상기 양자채널을 감싸고 있는 게이트 산화막(3); 상기 양자채널에서의 캐리어의 흐름을 제어하기 위해 연결된 게이트(4); 상기 채널 영역의 양끝에 형성된 소오스(5)와 드레인(6); 및 상기 게이트와 소오스 및 드레인부와 연결된 금속층(7)을 포함하여 이루어진 SOI MOSFET으로서, 기존의 단순한 SOI MOSFET에 비하여 암전류값이 낮고 감도가 우수하다.
- <13> 본 발명의 상기 목적과 기술적 구성 및 그에 따른 작용효과에 관한 사항은 본 발명의 명세서에 첨부된 도면을 참조한 이하 상세한 설명에 의해 보다 명확하게 이해될 것이다.
- <14> 먼저, 도 1은 본 발명에 의한 SOI MOSFET 포토디텍터의 단면도이다.
- <15> 활성화된 SOI 웨이퍼부(1); 상기 활성화된 SOI 웨이퍼부 중앙에 형성된 양자채널(2); 상기 양자채널을 감싸고 있는 게이트 산화막(3); 상기 양자채널에서의 캐리어의 흐름을 제어하

기 위해 연결된 게이트(4); 상기 채널 영역의 양끝에 형성된 소오스(5)와 드레인(6); 및 상기 게이트와 소오스 및 드레인부와 연결된 금속층(7)을 포함하여 이루어져 있다.

<16> 이 때의 양자채널을 감싸고 있는 게이트 산화막은  $\text{SiO}_2$ 를 포함한 산화물로 이루어져 있으며, 그 두께는  $1\text{nm} \sim 500\text{nm}$  이내로 한다. 또한, 캐리어의 흐름을 제어하기 위해 연결된 게이트(4)는 생략될 수 있다.

<17> 그리고, 소오스(5)와 드레인(6)은 채널의 극성과 반대로서 이를테면, 소오스와 드레인이 N+형일 때 채널 영역은 P+형이 되고, 반대로 소오스와 드레인이 P+형일 때에는 채널 영역이 N+형이 되는 것으로서, 전자에 해당되는 MOSFET을 N-P-N형 MOSFET이라고 하고, 후자에 해당되는 MOSFET은 P-N-P형 MOSFET이라 한다. 또 소오스와 드레인의 두께는  $1000\text{nm}$  이하로 한다.

<18> 게이트와 소오스 및 드레인부와 연결된 금속층은 Al, Ti, W, In, Co, Au, Ni, Cr 중의 어느 하나를 포함하는 순수 금속 또는 이들의 화합물로 한다.

<19> 이러한 구조를 가지도록 본 발명에 의한 SOI MOSFET을 제조하는 공정은 다음과 같다.

<20> SOI 웨이퍼(1) 상에 Si 활성영역이 형성되는 단계; 상기 활성영역 중앙부에 양자채널(2)이 형성되는 단계; 상기 양자채널이 형성된 SOI 웨이퍼에 게이트 산화막(3)이 형성되는 단계; 상기의 게이트 산화막 위에 리소그래피를 이용하여 게이트(4)가 형성되는 단계; 상기 양자채널 양끝에 소오스(5)와 드레인(6)이 형성되는 단계; 및 상기의 게이트와 소오스 및 드레인에 접합부가 형성되어 금속층(7)을 형성하는 단계를 포함하여 제조된다.

<21> 이 때 상기 활성영역이 형성되는 단계에서는 활성 영역 마스크와 포토리소그래피 공정 및 식각 공정이 이용되고, 상기 양자채널이 형성되는 단계에서는 포토마스크를 사용하여 식각

하는 방법을 포함한 리소그래피 기술을 이용한 것을 특징으로 한다. 또한 상기의 게이트 산화막 위에 리소그래피를 이용하여 게이트가 형성되는 단계는 생략 가능하다.

- <22> 다음, 도 2는 본 발명에 의한 SOI MOSFET 포토디텍터를 위쪽에서 내려다본 평면도이다. 도 2에서 양자채널은 하나인 것으로 나타내었지만, 양자채널의 개수는 적어도 하나 이상으로 한다.
- <23> 또한 양자채널의 길이  $L$ 은  $1\text{nm} \sim 1000\text{nm}$  이내이며, 양자채널의 폭  $W$ 는  $1\text{nm} \sim 20\text{nm}$  이내로 한다.
- <24> 도 3의 (가)와 (나)는 MOSFET의 광전류 응답특성을 나타낸 것으로서, (가)는 양자채널이 형성되지 않은 SOI MOSFET의 드레인 전압에 따른 광전류 특성을 나타낸 것이고, (나)는 양자채널이 형성 되었을 때의 SOI MOSFET의 드레인 전압에 따른 광전류 특성을 나타낸 것이다.
- <25> 양자채널이 존재하지 않는 SOI MOSFET는 도 3의 (가)와 같이 초기 암전류(dark current) 값과 빛에 의한 광전류(photocurrent) 값이 거의 구분되고 있지 않고 있어서, 감도가 매우 떨어지고 포토디텍터로 이용될 수 없음을 알 수 있다. 그러나, SOI MOSFET에 양자채널을 형성한 경우에는 도 3의(나)에서 보여지는 것과 같이 암전류 값이 낮아지고, 빛에대한 광전류 특성을 나타냄을 알 수 있었다.

#### 【발명의 효과】

- <26> 따라서, 본 발명의 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터 및 그 제조방법은 포토디텍터로는 거의 상용화되지 못하고 있는 SOI MOSFET 구조를 기본으로 하고는 있지만, 이 SOI MOSFET에 양자채널을 형성함으로써 기존의 SOI MOSFET 소자에 비하여 우수한 광전류 특성

을 얻을 수가 있다. 따라서 본 발명에 의한 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터는 집적화가 용이하고 속도가 빠른 MOSFET의 장점을 그대로 살리면서도 포토디텍터로 이용될 수 있다는 장점이 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

활성화된 SOI 웨이퍼부(1);

상기 활성화된 SOI 웨이퍼부 중앙에 형성된 양자채널(2);

상기의 양자채널을 감싸고 있는 게이트 산화막(3);

상기 채널 영역의 양끝에 형성된 소오스(5)와 드레인(6); 및

상기 소오스 및 드레인부와 연결된 금속층(7)

을 포함하여 이루어진 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터.

**【청구항 2】**

제 1항에 있어서,

상기 양자채널을 감싸고 있는 게이트 산화막(3) 위에 양자채널에서의 캐리어의 흐름을 제어하기 위해 연결된 게이트(4)가 추가적으로 더 구비되고,

상기의 추가적으로 구비된 게이트(4)가 금속층(7)에 연결된 것을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터.

**【청구항 3】**

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기의 양자채널을 감싸고 있는 게이트 산화막은  $\text{SiO}_2$ 를 포함한 산화물로 이루어져 있음을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터.

**【청구항 4】**

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 MOSFET은 N-P-N형 MOSFET를 포함하는 것을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터.

**【청구항 5】**

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 MOSFET은 P-N-P형 MOSFET를 포함하는 것을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터.

**【청구항 6】**

제 1항 또는 제 3항에 있어서,

상기의 양자채널을 감싸고 있는 게이트 산화막의 두께는 1nm~500nm 이내임을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터.

**【청구항 7】**

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 채널 영역의 양끝에 형성된 소오스와 드레인 영역의 두께는 1000nm 이하임을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터.

【청구항 8】

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 소오스 및 드레인부와 연결된 금속층은 Al, Ti, W, In, Co, Au, Ni, Cr 중의 어느 하나를 포함하는 순수 금속임을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터

【청구항 9】

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 소오스 및 드레인부와 연결된 금속층은 Al, Ti, W, In, Co, Au, Ni, Cr 중의 어느 하나를 포함하는 금속의 화합물임을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터.

【청구항 10】

SOI 웨이퍼(1) 상에 Si 활성화영역이 형성되는 단계;

상기 활성화영역 중앙부에 양자채널(2)이 형성되는 단계;

상기 양자채널이 형성된 SOI 웨이퍼에 게이트 산화막(3)이 형성되는 단계;

상기 양자채널 양끝에 소오스(5)와 드레인(6)이 형성되는 단계; 및

상기의 소오스 및 드레인에 접합부가 형성되어 금속층(7)을 형성하는 단계를 포함하여 제조되는 것을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터의 제조방법.

【청구항 11】

제 10항에 있어서,

상기 게이트 산화막(3) 위에 리소그래피를 이용하여 게이트(4)가 추가적으로 더 형성되고,

상기의 형성된 게이트(4)에 접합부가 형성되어 금속층(7)을 형성하는 단계를 포함하여 제조되는 것을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터의 제조방법.

【청구항 12】

제 10항 또는 제 11항에 있어서,

상기 활성영역이 형성되는 단계에서는 활성 영역 마스크와 포토리소그래피 공정 및 식각 공정이 이용됨을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터의 제조방법.

【청구항 13】

제 10항 또는 제 11항에 있어서,

상기 양자채널이 형성되는 단계에서는 포토마스크를 사용하여 식각하는 방법을 포함한 리소그래피 기술을 이용한 것을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터



의 제조방법.

【청구항 14】

제 10항 또는 제 11항에 있어서,

상기 양자채널이 형성되는 단계에서 형성되는 양자채널의 개수는 적어도 하나 이상임을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터의 제조방법.

【청구항 15】

제 10항 또는 제 11항에 있어서,

상기 양자채널이 형성되는 단계에서 형성되는 양자채널의 길이는 1nm~1000nm 이내임을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터의 제조방법.

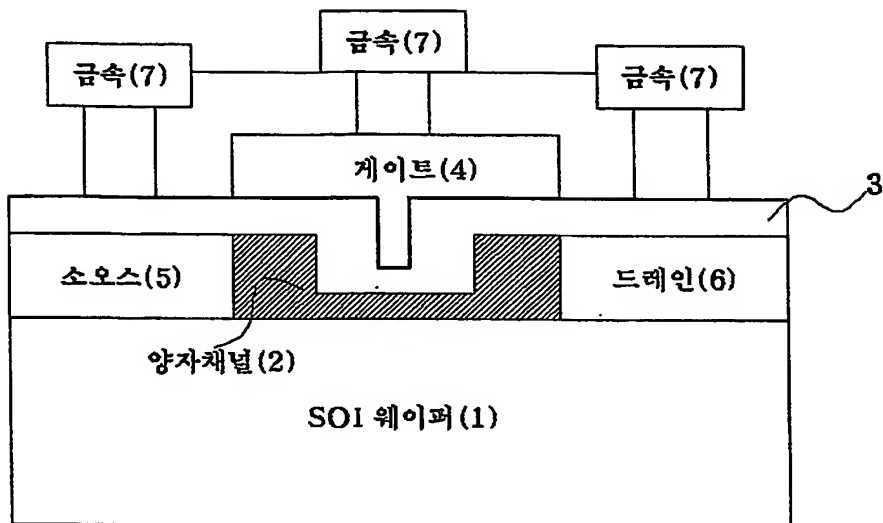
【청구항 16】

제 10항 또는 제 11항에 있어서,

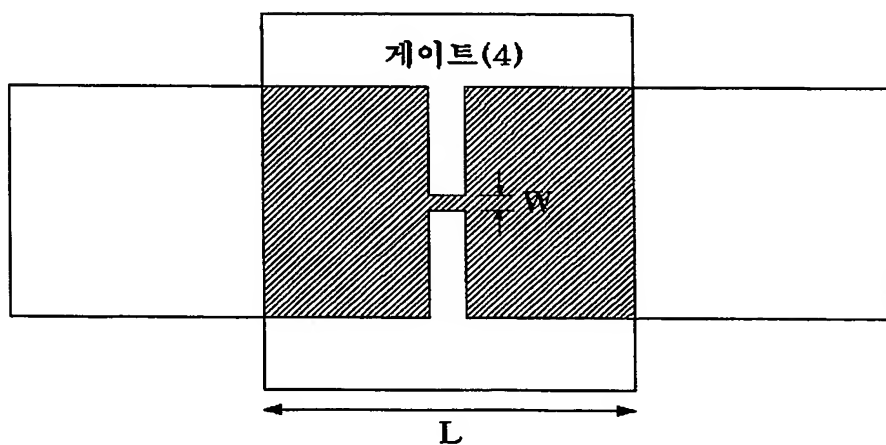
상기 양자채널이 형성되는 단계에서 형성되는 양자채널의 폭은 1nm~20nm 이내임을 특징으로 하는 양자채널이 형성된 MOSFET을 이용한 포토디텍터의 제조방법.

【도면】

【도 1】

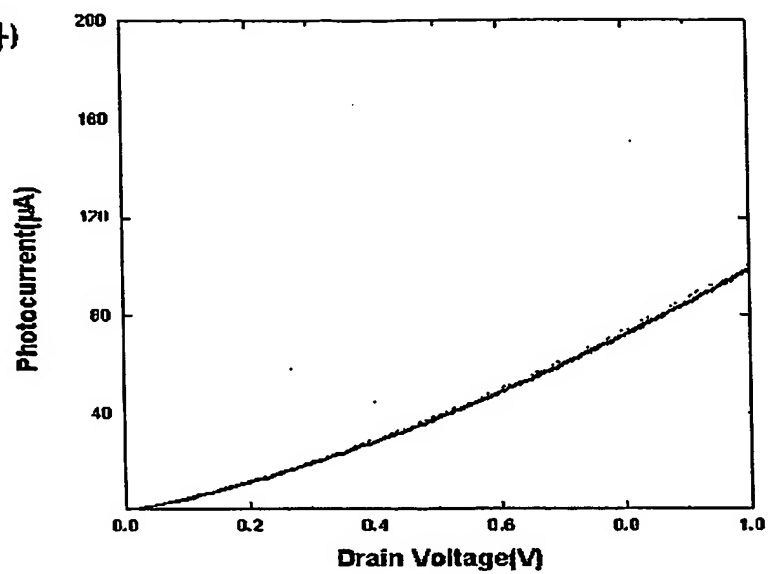


【도 2】

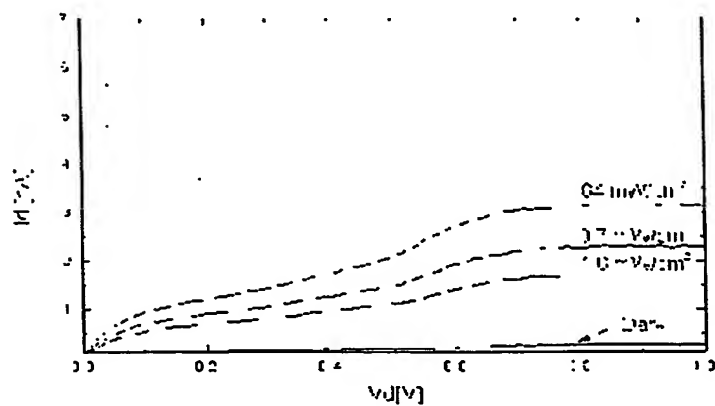


【도 3】

(가)



(나)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**